

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-264540

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/321		9169-4M	H 0 1 L 21/92	6 0 2 D
		9169-4M		6 0 2 B
		9169-4M		6 0 4 K
		9169-4M		6 0 4 J

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-62824

(22) 出願日 平成7年(1995)3月22日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田子 雅基

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

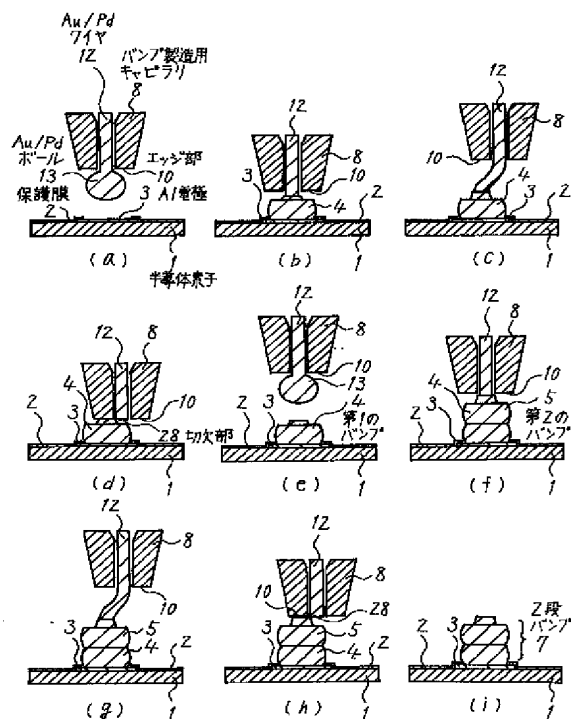
(54) 【発明の名称】 バンプ構造、バンプ製造用キャピラリ及びバンプ製造方

法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】微細電極ピッチのフリップチップ実装用バンプ、このバンプ製造用のキャピラリ及びバンプ製造方法を提供する。

【構成】半導体素子1のA1電極3上に底面が固定されたほぼ円筒形状である導電材料から成る第1バンプ4と第1バンプ4の上面に底面が固定された第1バンプ4と同種の導電材料から成る第2のバンプ5とから構成される2段バンプ7。この製造方法はバンプ製造用キャピラリ8のエッジ10が垂直に鋭利に加工された孔に通したワイヤの先端に金属ボールを形成し、半導体素子の電極にキャピラリの先端で金属ボールを押圧しつつ超音波を印加して円筒形の第1バンプ4を電極に固着し、キャピラリ8先端を横方向に移動してから第1バンプ4に押圧しつつ超音波を印加し、ワイヤを円筒状の第1バンプ4より切断し、さらに第1バンプ4の上に第2バンプ5を第1バンプ4と同様に形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極上に底面が固着されたほぼ円筒形状である導電材料から成る第1バンプと、この第1バンプの上面に底面が固着された第1バンプと同種の導電材料から成りほぼ円筒形状の第2のバンプとを含むことを特徴とするバンプ構造。

【請求項2】 第1バンプと第2バンプの形状がほぼ同一であることを特徴とする請求項1記載のバンプ構造。

【請求項3】 第2バンプの形状が第1バンプの形状の縮小されたものであることを特徴とする請求項1記載のバンプ構造。

【請求項4】 第1バンプ及び第2バンプが金とパラジウムの合金であることを特徴とする請求項1、2及び3記載のバンプ構造。

【請求項5】 先端が平滑な平坦面からなり、かつ先端に設けられたワイヤを導く孔と前記平坦面により構成されるエッジが垂直に鋭利に加工されたことを特徴とするバンプ製造用キャピラリ。

【請求項6】 バンプ製造用キャピラリに通したワイヤの先端に金属ボールを形成する工程と、電極に前記バンプ製造用キャピラリの先端で前記金属ボールを押圧しつつ超音波を印加してほぼ円筒状に形成した第1のバンプの底部を前記電極に固着する工程と、この工程の次に前記バンプ製造用キャピラリの先端を前記第1のバンプより離してから横方向に移動させて前記バンプ製造用キャピラリの先端の前記ワイヤを導く孔の周囲の平坦面を前記第1のバンプの中心に対応させて前記バンプ製造用キャピラリを再度前記第1のバンプへ向けて押圧しつつ超音波を印加してから前記バンプ製造用キャピラリを前記第1のバンプから引き離して前記ワイヤを前記第1のバンプから切断する工程と、前記第1のバンプ上に第2のバンプを前記第1のバンプと同様に形成する工程とを含むことを特徴とするバンプ製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体素子実装用のバンプ、バンプを製造するためのキャピラリ及びバンプ製造方法に関し、特に微細な電極ピッチの半導体素子の実装用バンプ、バンプ製造用キャピラリ及びバンプ製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。この方法によるバンプはワイヤボンディング技術を使用し、Auボール24の先端部にボンディングワイヤをループ状に形成した突起構造であり、スタッドバンプ26と称している（松下電器産業株式会社発行National Technical Report Vol. 39 No. 2 Apr. 1993に記載）。図5（a）に示すように放電スパーク等によりボンディングワイヤ21の先端にAuボール24を形成

する。次にAuボール24をワイヤボンディングに使用するキャピラリ22を用いて超音波併用の熱圧着によって図5（b）に示すように半導体素子1のA1電極3に固着し、スタッドバンプ26の底部を形成する。次いで図5（c）に示すようにキャピラリ22をループ状軌道25を描いて移動させてワイヤループを形成し図5

（d）に示すようにキャピラリ22を降下させボンディングワイヤ21をスタッドバンプ26の底部の上面にセカンドボンディングしてワイヤ21を引きちぎり、底部の上面にスタッドバンプ26の先端部を形成する。次いでスタッドバンプ26の上面の平坦化と高さの均一化のため、形成したスタッドバンプ26を平坦面で押圧することによってレベリングを行う。押圧力は約50g/バンプである。図6に上述のスタッドバンプを用いたフリップチップ実装構造を示す。半導体素子1のA1電極3に形成したスタッドバンプ26を導電性樹脂31を介して基板電極34に接続し、半導体素子1を配線基板32にフェイスダウンにして搭載する。導電性樹脂31を硬化させた後半導体素子1と配線基板32の間隙に封止樹脂33を注入して硬化させる。

【0003】 図7は特公平4-41519号公報に記載の従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。ワイヤボンディング用のキャピラリ22にボンディングワイヤ21を通し、ワイヤ21先端にボール24を形成する（図7（a））。ワイヤ21にはボール24に近接するワイヤ21の部分が再結晶により粗粒状結晶構造となって脆弱化するような材料を使用する。ボール24を半導体素子1上のA1電極3にキャピラリ22で押し付けてバンプ27を形成すると同時にこれをA1電極3に固着させる（図7（b））。次にキャピラリを上方向及び横方向に動かしワイヤ21の脆弱化した部分にキャピラリ22の下端面で切欠部28を付与した後に引張力を加えてワイヤ21を切断する（図7（c）、（d））。

【0004】 図8はボールボンディング技術を利用した特開平3-187228号公報に記載された従来のバンプ製造方法である。半導体素子1のA1電極3上へAu、Cu、もしくはCu合金からなるワイヤをキャピラリに挿通し、その先端でボールを形成させA1電極3上に押しつけつつ加熱と超音波により接合させ、ワイヤを上方向へ引っ張り切断してアンダバンプ34を形成する（図8（a））。次いでアンダバンプ34上へはんだワイヤにより前述と同様な工程を経て、ハンダバンプ35を形成する（図8（b））。このときキャピラリの先端で形成されるはんだボールは最終工程（図8（c））ではんだ部分を溶融させ、A1電極3上にて半球状にするため前述のアンダバンプ34より大きい。

【0005】 図9（a）及び（b）はそれぞれ従来のワイヤボンディングに用いられるキャピラリ22の正面図及び先端部の拡大断面図である。このワイヤボンディング用のキャピラリでは、ワイヤに傷を付けないようにキ

ャピラリ 22 の先端の孔のエッジ 30 がテーパ加工されている（又は丸みを付ける R 加工がされている）。図 5 に示す従来のバンプ製造方法も図 7 に示す従来のバンプ製造方法でも、図 9 と同じ様な形状のキャピラリ 22 を用いて、先端の孔のエッジにはテーパ加工又は R 加工がされたキャピラリを用いている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】図 5 に示した従来のバンプ製造方法はワイヤループを形成するときキャピラリ 22 の先端の孔の内径よりワイヤ 21 が細いためキャピラリ駆動中にワイヤ 21 の弛みが生じ、均一なループ形状が得られない。またボンディング装置の位置精度に従ってループの向きにばらつきが生じる。そして高さを均一にするためのレベリングは、バンプの横方向の変形量が大きいう欠点があった。

【0007】図 7 に示した従来のバンプ製造方法は、ワイヤ 21 に使用する材料が粗粒状結晶構造を形成する材料に限定される。さらにワイヤの脆弱部に切欠部 28 を形成するために加圧することによりバンプが潰れるため、バンプ高さが低くなるという欠点がある。さらに、電極ピッチの微小化が進めば、バンプ径は小さくなり、バンプ高さが低くなるという欠点もある。バンプの高さが低いとフリップチップ実装時の樹脂による封止プロセスにおいて半導体素子と配線基板の間に封止樹脂の流れ込みが悪く、気泡が残留するという欠点がある。

【0008】図 8 に示した従来のバンプ製造方法ではアンダバンプを形成するワイヤとはんだバンプを形成するワイヤは別々であり工程が複雑になる。また、アンダバンプ 34 を形成後にキャピラリを引き上げてワイヤを切断する時のワイヤの切断位置が安定せずアンダバンプ 34 の中央部に形成される凸部が高くなる場合があり、このような場合はアンダバンプ 34 上にはんだバンプ 35 を接合するのが非常に難しい。また、アンダバンプ 34 とはんだバンプ 35 の形成時のキャピラリの位置にずれが生じても難しくなるし、アンダバンプ 34 の材質によってもはんだバンプ 35 を接合するのは難しくなる。また、図 8 (c) の最終工程ではんだとアンダバンプとの反応によりはんだ材の特性が劣化する欠点がある。

【0009】また、上述の従来のバンプ製造方法では、いずれも図 9 に示すようなワイヤボンディング用のキャピラリを用いて、このキャピラリの先端の孔のエッジにはテーパ加工又は R 加工が施されているため、ワイヤの切断される位置がばらつくという欠点がある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のバンプ構造は、電極上に底面が固着されたほぼ円筒形状である導電材料から成る第 1 バンプと、この第 1 バンプの上面に底面が固着された第 1 バンプと同種の導電材料から成りほぼ円筒形状の第 2 のバンプとを備えている。

【0011】本発明のバンプ製造用キャピラリは、先端が平滑な平坦面からなり、かつ先端に設けられたワイヤを導く孔と前記平坦面により構成されるエッジが垂直に鋭利に加工されたことを特徴とする。

【0012】本発明のバンプ製造方法は、バンプ製造用キャピラリに通したワイヤの先端に金属ボールを形成する工程と、電極に前記バンプ製造用キャピラリの先端で前記金属ボールを押圧しつつ超音波を印加してほぼ円筒形状に形成した第 1 のバンプの底部を前記電極に固着する工程と、この工程の次に前記バンプ製造用キャピラリの先端を前記第 1 のバンプより離してから横方向に移動させて前記バンプ製造用キャピラリの先端の前記ワイヤを導く孔の周囲の平坦面を前記第 1 のバンプの中心に対応させて前記バンプ製造用キャピラリを再度前記第 1 のバンプへ向けて押圧しつつ超音波を印加してから前記バンプ製造用キャピラリを前記第 1 のバンプから引き離して前記ワイヤを前記第 1 のバンプから切断する工程と、前記第 1 のバンプ上に第 2 のバンプを前記第 1 のバンプと同様に形成する工程とを備えている。

#### 【0013】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

【0014】図 1 は、本発明の第 1 の実施例のバンプ構造の断面図である。図 1 に示すバンプは半導体素子 1 上の A1 電極 3 上に形成され A1 電極 3 と平行な面を上部に持つ、ほぼ円筒形状の第 1 の Au/Pd バンプ 4 と、第 1 の Au/Pd バンプ 4 の上部の水平面の中央部に形成され第 1 の Au/Pd バンプ 4 とほぼ同形状で上部の水平面上に円柱の凸部 6 を有する第 2 の A1/Pd バンプ 5 とから構成される。なお、半導体素子 1 の A1 電極 3 以外の表面には保護膜 2 が設けられている。

【0015】半導体素子 1 の電極ピッチが  $120\mu\text{m}$  の場合、第 1 の Au/Pd バンプ 4 の直径は  $80\mu\text{m}$ 、高さを  $35\mu\text{m}$  とし、第 2 の Au/Pd バンプ 5 の形状は第 1 の Au/Pd バンプ 4 とほぼ等しく、かつ上部の水平面にある円柱の凸部 6 は直径  $40\mu\text{m}$ 、高さ  $15\mu\text{m}$  とする。これらの形状は、バンプの材質、形成するときのボンディング条件により  $\pm 5\sim 10\mu\text{m}$  程度は調整することが可能である。なお、第 1 及び第 2 のバンプの材料は、金とパラジウムとの合金に限られず、金とスズとの合金や金も使用できる。

【0016】図 2 は、本発明の第 2 の実施例のバンプ構造の断面図である。図 2 に示すバンプは半導体素子 1 上の A1 電極 3 上に形成され A1 電極 3 と平行な面を上部に持つ、ほぼ円筒形状の第 1 の Au/Pd バンプ 4 と、第 1 の Au/Pd バンプ 4 の上部の水平面の中央部に形成され第 1 の Au/Pd バンプ 4 より少くとも 10% 以上縮小された小さい形状で上部水平面上に円柱の凸部 6 を有する第 2 の Au/Pd バンプ 5 とから構成される。

【0017】半導体素子の電極ピッチが  $120\mu\text{m}$  の場

合、第1のAu/Pdバンプ4の直径は80 $\mu$ m、高さを35 $\mu$ mとし、第2のAu/Pdバンプ5の直径は60 $\mu$ m、高さは25 $\mu$ m、かつ上部の水平面にある円柱の凸部6は直径40 $\mu$ m、高さ10 $\mu$ mとする。これらの形状は、バンプの材質、形成するときのボンディング条件により $\pm 5 \sim 10 \mu$ m程度は調整することが可能である。

【0018】図3は本発明のバンプ製造用キャピラリの一実施例の断面図である。先端面9は平坦に加工され、ワイヤを導く孔11と先端面により構成されるエッジ10が垂直に鋭利に加工されている。直径25 $\mu$ mのワイヤを使用してバンプを形成する場合、孔径は33 $\mu$ mが最適である。

【0019】図4は図1に示す実施例の2段バンプを形成する工程を示す断面図である。電極ピッチが120 $\mu$ mのA1電極3に2段バンプ7を形成する場合、直径25 $\mu$ mのAu/Pdボンディングワイヤ12を使用し先端穴径33 $\mu$ mの図3に示したバンプ製造用キャピラリ8に通し、バンプ製造用キャピラリ8の先端にてAu/Pdボール13を形成する。(図4(a))。次いで加熱ステージ上にて200 $^{\circ}$ Cに加熱されている半導体素子1のA1電極3にバンプ製造用キャピラリ8の位置をあわせた後、荷重50gでAu/Pdボール13を押圧し、変形させつつ、超音波を併用し、A1電極3に接合して第1のAu/Pdバンプ4を形成する(図4

(b))。この後、バンプ製造用キャピラリ8を110 $\mu$ m上昇させると共にバンプ製造用キャピラリ8の先端の平坦部が接合した第1のAu/Pdバンプ4の中心に対応して位置するようにバンプ製造用キャピラリ8を横方向に35 $\mu$ m移動する(図4(c))。移動が完了した後にバンプ製造用キャピラリ8を下降し、バンプ製造用キャピラリ8の先端の平面部9をAu/Pdボンディングワイヤ12とともにAu/Pdボンディングワイヤ12のみが変形するように第1のAu/Pdバンプへ向けて再度押圧するとともに超音波を印加する(図4

(d))。この横方向の移動と超音波の効果でバンプ製造用キャピラリ8の内径のエッジ部10によりAu/Pdワイヤ12は切欠部28が形成される。この状態においてAu/Pdボンディングワイヤ12はバンプ製造用キャピラリ8の鋭利なエッジ部10により形成された切欠部28は容易に破断する形状となる。バンプ製造用キャピラリ8が原点に戻るとAu/Pdボンディングワイヤ12は破断し、半導体素子1のA1電極3上に第1のAu/Pdバンプ4が形成される。

【0020】次いで第1のAu/Pdバンプ4上に位置合わせし第2のAu/Pdバンプ5を形成する(図4(e)~(i))。第2のAu/Pdバンプ4も第1のAu/Pdバンプ4と同様にボンディングする事ができる。しかし、ボンディング条件は第1のAu/Pdバンプ4との接合になるので加重、超音波ともに低く押さ

ることができ半導体素子1のダメージ(クラックの発生など)は無い。

【0021】図2に示した実施例のバンプの製造も上述の方法と同様であるが、第1のバンプ4に比べ第2のバンプ5を形成する時はAu/Pdボール13が小さくなるようにワイヤ12の先端のボール形成時の放電スパークの条件を設定しておく。図2のように第2のバンプ5を第1のバンプ4より小さくしておくことにより、第1のバンプ4の形成時と第2のバンプ5の形成時とのキャピラリの位置のばらつきを吸収して第2バンプ5を第1のバンプ4上に確実に形成できる。また、このバンプを相手側の基板電極とはんだ接合した時にバンプ先端側の第2のバンプ5が細いので、はんだが第2のバンプ5の全表面を覆うように濡れ上がり、基板電極とのはんだ接合が確実に行われるという効果がある。また、本発明のバンプは、半導体素子上の電極の代わりにセラミック基板上の電極等にも設けることができる。

【0022】

【発明の効果】本発明のバンプ構造は、2段構造をとっているため従来のバンプより高いバンプを形成できる。またワイヤループを形成しないためキャピラリの複雑な駆動を必要としない。

【0023】また、本発明のバンプ製造用キャピラリは、ワイヤを通す孔の先端のエッジが垂直に加工された鋭利な構造であるので、超音波を併用してワイヤとバンプを切断していることにより、高さのばらつきが無い高精度なバンプを安定して形成できる。また高さが高精度に制御できるのでレベリング工程を必要としないためバンプを横方向への潰れによるばらつき無く形成できる。

【0024】また本発明のバンプ構造は第1バンプと第2バンプとを同種の材料から形成しているので工程が簡略になるうえ、第1バンプと第2バンプとの接合性が良好である。バンプは高さが従来に比べ高くすることが可能となりフリップチップ実装した時の半導体素子と配線基板の間隙が広がるため、封止樹脂の流し込み性が向上する。さらに2段に重ねたバンプの継ぎ目は半導体素子と基板の熱膨張係数差による破壊に対して応力の集中を防ぐ効果もある。またワイヤ先端に形成したボール近傍のワイヤに再結晶によって脆弱な粗粒状結晶構造の部分を持たせるような特殊なワイヤ材を使用する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のバンプ構造の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明のバンプ構造の第2の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明のバンプ製造用キャピラリの一実施例を示す図で、(a)は正面図であり、(b)は先端部の拡大断面図である。

【図4】図1に示すバンプの製造方法を工程順に示す断

面図である。

【図5】従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図6】図5の方法で製造されたバンプを使用したフリップチップ実装構造を示す断面図である。

【図7】従来の他のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図8】従来のさらに他のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

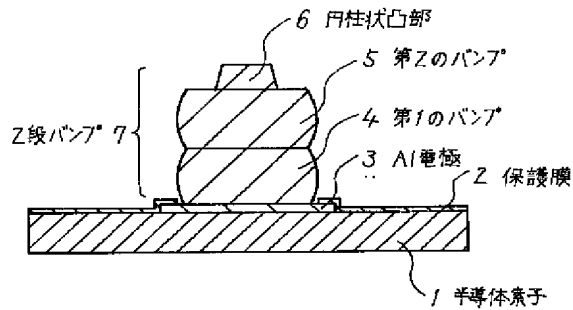
【図9】(a) 及び (b) はそれぞれ従来のキャピラリの正面図及び先端部の断面図である。

【符号の説明】

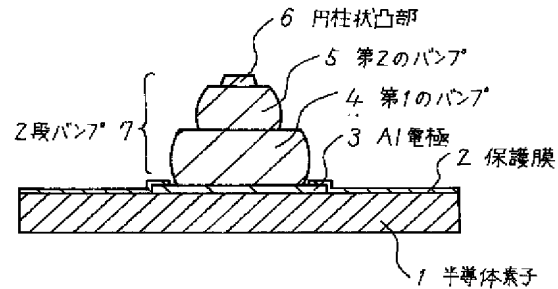
- 1 半導体素子
- 2 保護膜
- 3 Al電極
- 4 第1のバンプ
- 5 第2のバンプ
- 6 円柱状凸部
- 7 2段バンプ

- \* 8 バンプ製造用キャピラリー
- 9 先端面
- 10 エッジ部
- 11 孔
- 12 Au/Pdワイヤ
- 13 Au/Pdボール
- 21 ボンディングワイヤ
- 22 キャピラリー
- 24 Auボール
- 25 ループ状軌道
- 26 スタッドバンプ
- 27 突出接点部
- 28 切欠部
- 30 エッジ
- 31 導電性樹脂
- 32 配線基板
- 33 封止樹脂
- 34 アンダバンプ
- \* 35 はんだバンプ

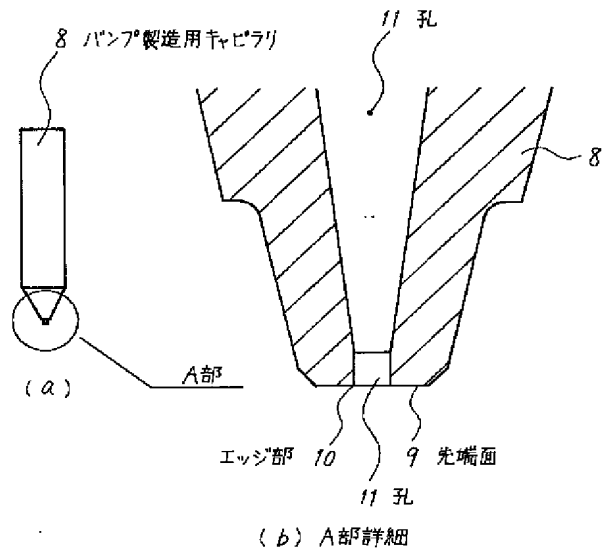
【図1】



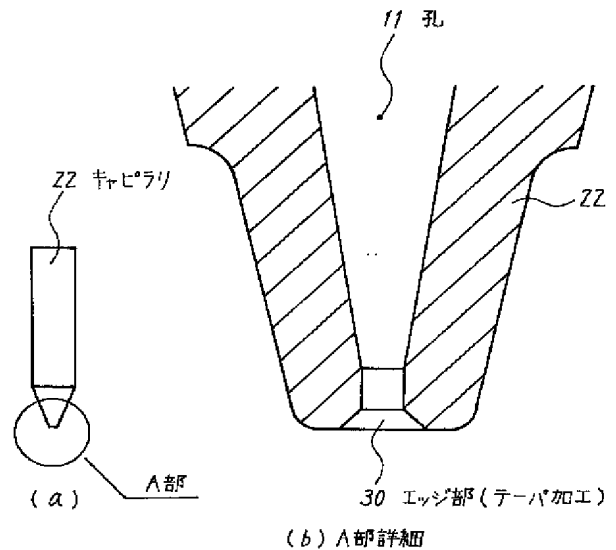
【図2】



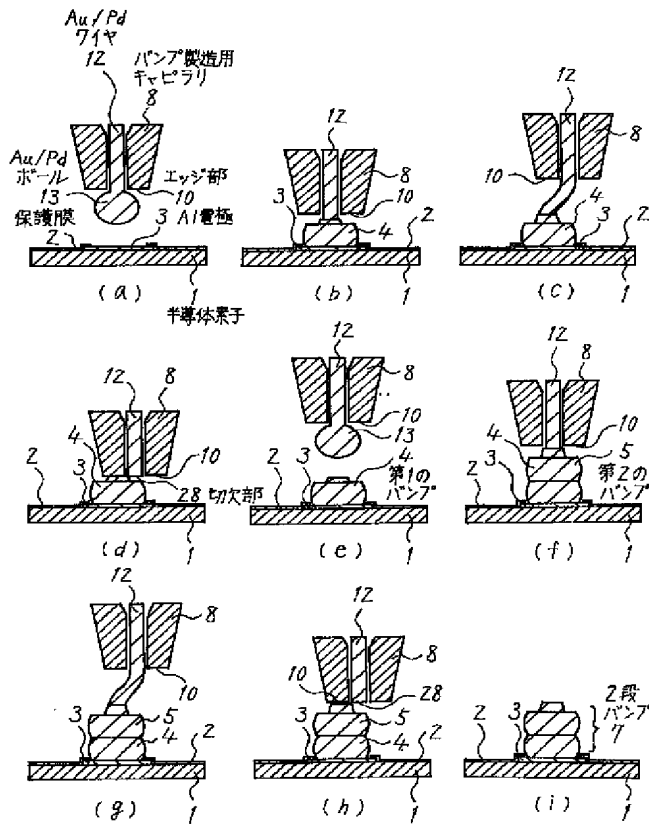
【図3】



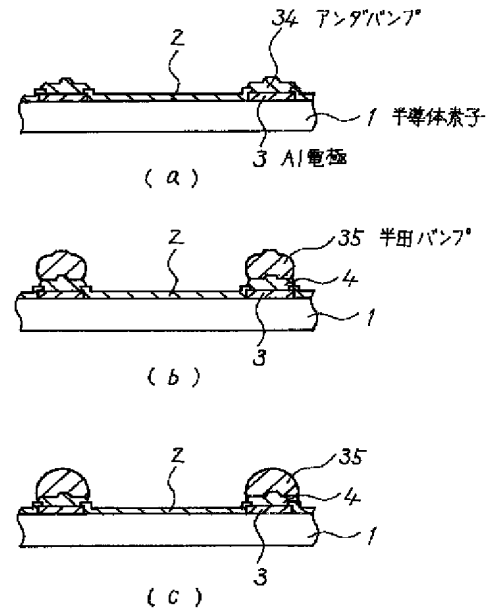
【図9】



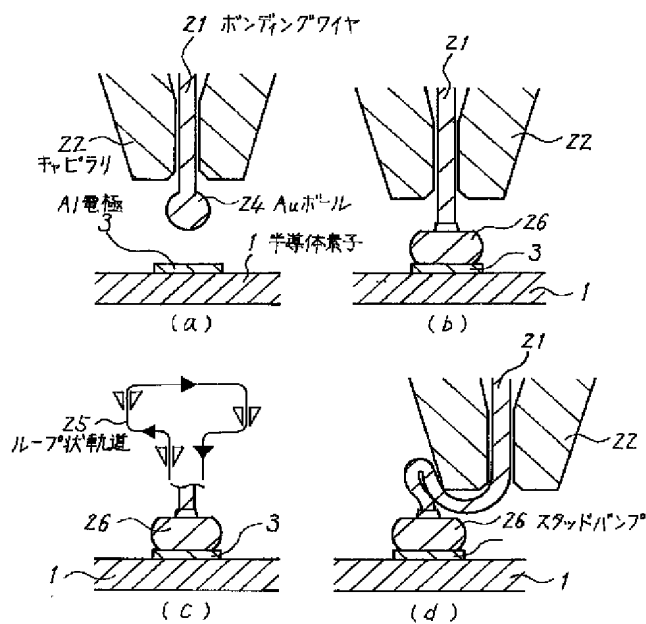
【図4】



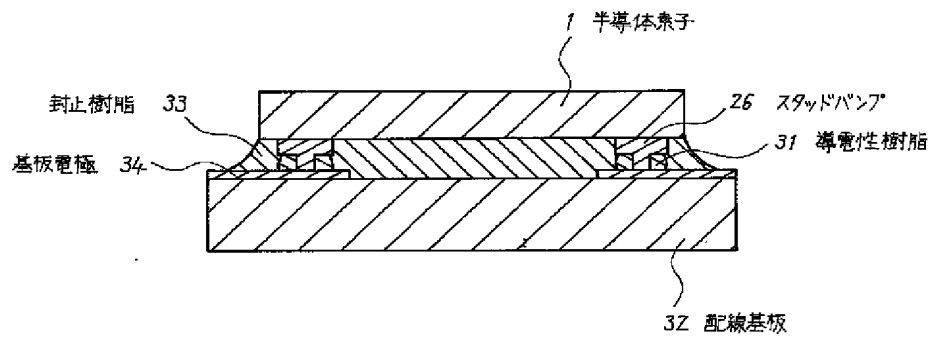
【図8】



【図5】



【図6】



【図7】

